

猪苗代湖流域に設置された窒素りん除去型浄化槽の 処理水質及び維持管理に関する実態調査結果について

公益社団法人福島県浄化槽協会 浄化槽検査委員会会津支所
○管 利文、澁谷 祐輔、吉川 真康、日下部 純司

1. はじめに

本県では、平成 25 年 4 月より「福島県猪苗代湖及び裏磐梯湖沼群の水環境の保全に関する条例」（以下、「条例」という。）を改正し、猪苗代湖等の流域において浄化槽を設置する場合には、窒素りん除去型浄化槽（以下、「N・P 除去型浄化槽」という。）とすることが義務付けられた。

今回、会津若松市及び猪苗代町において条例の規制対象区域内に設置された N・P 除去型浄化槽の放流水質及び維持管理状況について現状把握を行い、放流水質と維持管理技術の向上を図ることを目的とした調査を実施したことから、その結果について報告する。

2. 「福島県猪苗代湖及び裏磐梯湖沼群の水環境の保全に関する条例」について

（1）条例改正の概要

本条例は、平成 13 年度から 17 年度まで 4 年間連続で水質日本一となった猪苗代湖や磐梯山の噴火によって生じた堰止湖である檜原湖や五色沼をはじめとした裏磐梯湖沼群の水環境の悪化を未然に防止し、美しいまま将来の世代へ引き継いでいくことを目的として、平成 15 年 4 月に施行された。

しかしながら、猪苗代湖については平成 16 年頃から COD 値が上昇を続けると同時に、平成 18 年度には大腸菌群数が環境基準（湖沼 A 類型）を超過したことによってランク外となる事態が発生するなど水質の悪化傾向が見られた。

このことを受け、水質日本一の復活に向けて福島県は条例の改正を進め、浄化槽の放流水質に関しては、条例の施行当時は、合併処理浄化槽におけるりん除去技術が十分に確立されていなかったことから窒素の規制のみとしていたが、平成 25 年 4 月以降はりんの規制が追加され、浄化槽を設置する際には N・P 除去型浄化槽の設置を義務付けることとなった。

（2）N・P 除去型浄化槽の設置対象区域について

対象となる会津若松市、郡山市、猪苗代町、北塩原村の 2 市 1 町 1 村管内の条例における規制対象区域を表 1 に示す。

なお、規制対象区域内には、浄化槽整備区域と集合処理区域が存在している。

表 1 条例の規制対象区域

市町村	主な規制対象区域	浄化槽整備手法	区域内の集合処理施設	
			農集排	下水道
会津若松市	湊町	市設置型	○	
郡山市	湖南町	個人設置型		○
猪苗代町	全域	個人設置型	○	○
北塩原村	大字桧原	個人設置型	○	○

※一部地区は河川等の関係から規制対象外となる場合がある。

(3) 設置基数の推移

規制対象区域における N・P 除去型浄化槽の設置状況を表-2 に示す。

会津若松市では、条例改正以前の平成 23 年度から N・P 除去型の設置を開始している。

なお、平成 29 年度は 7 月末現在の速報値である。

表-2 N-P 除去型浄化槽の設置状況

設置年度 市町村	H23	H24	H25	H26	H27	H28	H29 (速報)	計
会津若松市	5	1	8	3	3	4	0	24
郡山市	0	0	2	2	1	0	0	5
猪苗代町	0	2	17	20	19	26	9	93
北塩原村	0	0	0	0	0	0	0	0
計	5	3	27	25	23	30	9	122

3. 調査について

(1) 対象区域及び調査内容について

会津若松市及び猪苗代町を対象として、平成 23 年度から 28 年度の期間に設置され、法第 7 条検査が完了している N・P 除去型浄化槽から各 15 基を選定した。

調査内容は、水質測定 (pH・DO・透視度・全りん) 及びりん除去装置の稼働状態の確認、保守点検・清掃業者及び浄化槽管理者 (使用者) へのヒアリング調査とした。

(2) 対象型式について

対象区域内に設置されている N・P 除去型浄化槽は、フジクリーン工業 CRX 型及び日本ゼオン GPX 型の 2 型式である。2 型式の概要を表-3 に示す。

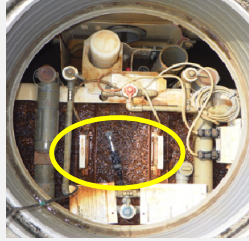
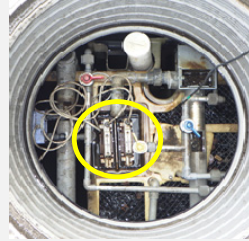
2 型式ともに、三洋電機 (株) の開発した鉄電解法によるりん除去装置を使用している。

この装置は、セル (セルベース、鉄電極板及び電源ケーブル) 及び制御ボックス (図-1) で構成され、制御ボックスは鉄電極板 (以下、「鉄板」という。) への電流供給や警報機能を電子制御している。

また、鉄板表面への酸化膜発生を防止するため、極性転換を 24 時間毎に行う機構を有する。

なお、電流はパワー調整ダイヤル (以下、「ダイヤル」という。) で設定する。

表-3 N-P 除去型浄化槽 2 型式の概要

	フジクリーン工業 CRX 型		日本ゼオン GPX 型		
処理方式	流量調整型嫌気濾床 担体流動生物濾過循環方式に りん除去装置を加えた方式		流量調整型 嫌気ろ床・担体流動ろ過方式に りん除去装置を加えた方式		
処理水質	BOD・T-N:10mg/L T-P:1mg/L		←		
鉄電極板数 (2枚1組)	5・7人槽	2セット	5・7人槽	←	
	10人槽	3セット	10人槽	←	
ブロウ風量 (L/min)	5・7人槽	30(流調)/80(散気)	5・7人槽	20(流調)/80(散気)	
	10人槽	30(流調)/80(散気)	10人槽	20(流調)/100(散気)	
消費電力	りん除去 装置 (W)	5・7人槽	7.2~15	5・7人槽	←
		10人槽	15~30	10人槽	←
	ブロウ (W)	5・7人槽	23(流調)/81(散気)	5・7人槽	14(流調)/56(散気)
		10人槽	23(流調)/81(散気)	10人槽	14(流調)/101(散気)
りん除去装置 の設置位置	〔一体型〕 担体流動生物ろ過槽内に設置		〔分離型〕 鉄電解槽を生ろ過槽内に設置		
					
担体の 活用方法	鉄電極に流動担体が接触すること で、生物膜の付着を防止		鉄電解槽内に軽石担体を充填し 鉄板を洗浄		

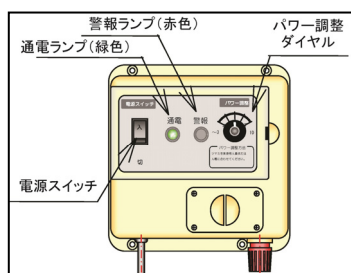


図-1 制御ボックスの構成
(CRX 型維持管理要領書より)

4. 浄化槽の現況について

(1) 水質について

水質測定を各施設2回（第1回：4月、第2回：6～7月）実施した。

測定項目及び測定箇所を表-4に示す。

あわせて、循環水量及び放流水量の測定、りん除去装置の稼働状況（ダイヤル設定、鉄板の状態）を確認した。

これらの結果から、処理水の全りん（以下、「T-P」という。）とダイヤル値、実使用人員の関係性を整理したグラフを図-2に示す。

表-4 水質等の測定項目及び測定箇所

測定箇所	項目	pH	DO	水温	透視度	T-P
嫌気ろ床槽第1室		○	○	○	○	○
嫌気ろ床槽第2室		○		○		
担体流動生物ろ過槽		○	○	○	○	
処理水槽		○	○	○	○	○
循環水			○	○		

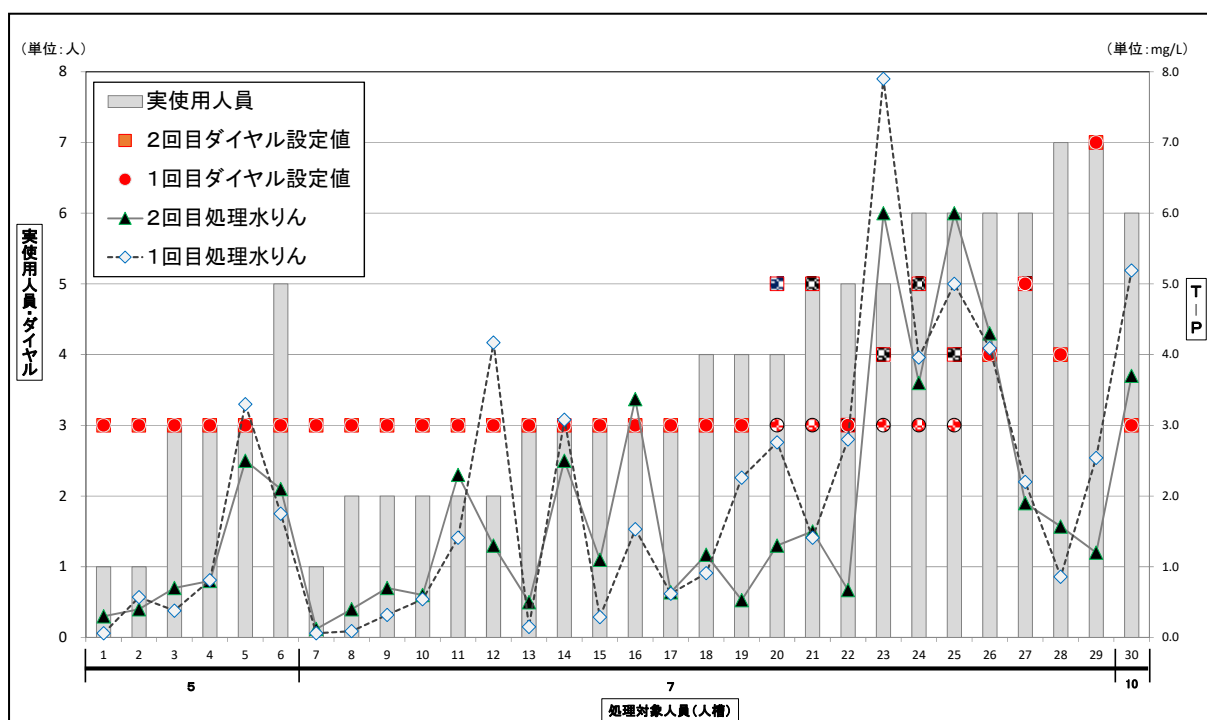


図-2 T-P とダイヤル値及び実使用人員の関係

実使用人員が3人以下の施設が16基、3人以上が14基である。第1回目の調査時におけるダイヤル値は、最小設定である3が26基、4以上が4基であったが、調査期間中の保守点検時にダイヤル値を変更した施設が5基あり、第2回目は3が21基、4以上が9基となった。

T-Pの測定結果については、ダイヤル値が3の施設では1回目53.8%、2回目42.8%が1mg/Lを超過した。ダイヤル値が4以上の施設は1回目及び2回目ともに全施設で1mg/Lを超過した。全対象における1回目及び2回目のT-P適合率は41.6%であった。

これらのことから、適合率が全体的に低い要因は、ダイヤル値の設定が適切でないことと推測される。

5. 維持管理について

(1) 保守点検・清掃について

調査対象区域における維持管理状況について、管内の保守点検・清掃業者3社（会津若松市：1社、猪苗代町：2社）にヒアリングを行った。主な内容については以下のとおり。

- ・りん酸態りん（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）、亜硝酸態窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）、硝酸態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）について、パックテストによる簡易測定を実施している。〔3社〕
- ・実使用人員とパックテストの $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度から、ダイヤル値を調整している。〔3社〕
- ・N-P除去型浄化槽の保守点検に要する時間は、設置当初は60分程度であったが現在は40分程度である。〔3社〕
- ・散気管の目詰りが発生している。特に設置時期が初期の施設で多い傾向にある。〔3社〕
- ・交換後の鉄板は、回収して鉄くずとして処分している。〔3社〕
- ・鉄電極が人槽、型式（CRXII型）により使用枚数や形状が異なるため在庫数の確保や交換時の形状確認に注意を払っている。〔1社〕

(2) 鉄板の交換等について

鉄板の交換頻度は、基本的に消耗状態で判断している。通常の使用状態にある施設では年2回の交換が最多となっているが、メーカー推奨の交換頻度は年3回である。

ヒアリングでは、鉄板が脱落した事例の報告があり、適切な交換時期の判断と交換頻度については今後改善が望まれる結果となった。なお、交換の所要時間は20分程度であった。

(3) 浄化槽管理者（使用者）へのアンケートについて

水質調査とあわせて、浄化槽管理者（使用者）に対してアンケート調査を実施し、回答率は会津若松市93.3%、猪苗代町86.6%であった。主な質問事項への結果を表-5に示す。

表-5 浄化槽管理者（使用者）へのアンケートの主な回答内容

質問内容（回答：会津若松14件、猪苗代町13件）	会津若松市		猪苗代町	
	知っている	知らない	知っている	知らない
Q1: 条例を知っていたか。	9	5	11	2
Q2: 現在の浄化槽を設置する前は、どの汚水処理方法だったか？	汲取トイレ	単独処理	汲取トイレ	単独処理
	12	1	8	4
Q3: りん除去装置に、鉄板が使用されていることを知っていたか？	知っている	知らない	知っている	知らない
	4	10	10	2
Q4: 身近な側溝等の水質改善など浄化槽の設置効果を実感することがあるか？	ある	ない	ある	ない
	5	9	6	7

回答を整理した結果、以下のことが判明した。

- ・ 条例に関しては福島県や市町村の広報活動などの結果、認知度が高い。
- ・ 汲取りトイレからの転換が半数以上である。トイレの水洗化が最大のメリットであり転換率が高い。一方、単独処理浄化槽からの転換は条例に関わらず難しい状態である。
- ・ 鉄板の使用に関しては、猪苗代町で認知度が高い。同町は個人設置型であるため、鉄板の交換費用が発生することから関心が高いと推測される。一方の会津若松市では市設置型のため、やや関心が低い結果となった。
- ・ 設置効果については、近隣に汲取りトイレや単独処理浄化槽の住宅が存在することもあり、実感が得られにくい傾向であったことから一層の転換促進が必要である。

(4) 調査時に確認した課題点について

①フジクリーン CRX 型について

調査時に散気管の目詰りや、移送用エアリフトポンプの閉塞を確認した。散気管の目詰りに関しては、保守点検業者からも発生の報告を受けており、設置年数が経過している施設では注意が必要と思われる。なお、目詰りの解除方法はメーカー側から詳細な方法が伝達されているが、槽内の送気管の加工等が伴うため容易な方法とはいえず、今後の課題となった。

②日本ゼオン GPX 型について

本型式は、鉄電解槽に軽石担体が充填されているが、軽石担体や消耗した鉄板などの堆積物（写真－1）が鉄電解槽底部に沈殿している施設が認められた。また、その堆積部にセルが挿入されるため、セルに汚泥が固着（写真－2）し、セルの引抜きが著しく困難となることを確認した。



写真－1 堆積物の状態

写真－2 固着した汚泥

③施工について

1 施設で警報ランプが点灯しており、テスターによる稼働状況の確認を行った結果、埋設されているりん除去装置の電源ケーブル（以下、「ケーブル」という。）の断線が疑われる事例があった。このことから、車乗が想定される場所に設置する場合は、保護材の選定に留意するか、敷設経路を見直すなどの施工時の配慮が極めて重要となる。

6. 追加調査の実施について

第1回及び第2回調査の結果を踏まえ、以下の3項目について追加調査を実施した。

(1) りん除去装置の電源ケーブルの掘削調査

ケーブルの断線が疑われる施設に関して、埋設されている既存ケーブルを掘削し、その状態を確認したところ、以下の事象を認めた。

①不適切なケーブルの再接続及び結露による端子部分の腐食

上記施設について、既存ケーブルを取り出し、状態を確認した。

その結果、再接続箇所での断線（写真－3）を認めるとともに、同箇所で使用されていた絶縁被覆付閉端接続端子の圧着部分が腐食（写真－4）しており、これらの要因から漏電したことがりん除去装置の動作不良に至ったと思われる。



写真-3 再接続箇所での断線



写真-4 端子の腐食

②ケーブル保護用電線管の変形等

既存ケーブルの埋設深度は約 10～20 cmであった。また、ケーブルは単層構造の電線管（PFS φ16mm）により被覆したうえで埋設することとなっているが、屈曲部で電線管の変形及びケーブルの露出（写真－5、6）を確認した。

なお、再敷設に際して複層構造の電線管（PFD φ16mm）に交換するとともに、硬質塩ビ管（VU φ50mm）による二重構造とし、外圧からの保護性を強化した。（写真－7）

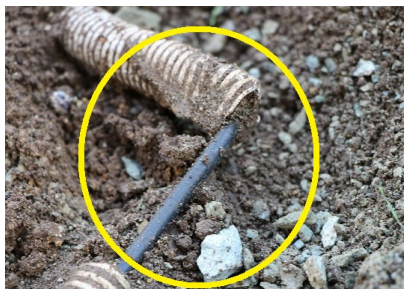


写真-5 PF管の変形箇所



写真-6 ケーブルの露出



写真-7 再敷設の状況

（2）T-P 値の上昇理由に関するヒアリング調査

2回の調査時における処理水 T-P がいずれも 4 mg/L を超過した 3 施設を対象とした。

ヒアリングにあたり、T-P の超過原因を使用する洗剤中に含有するりん酸塩に由来すると推測し、使用中の洗剤について確認した。

しかし、3施設ともに一般的に市販されている洗剤を使用しており、りん酸塩による影響は確認できなかった。

なお、りん酸塩を含む洗剤は身近なドラッグストアやスーパーでの販売はされていないものの、泥汚れ用や海外製洗剤としてインターネット上で販売されており、入手は容易であることから、今後も注意する必要がある。

（3）ダイヤル設定の適正化による T-P 値の変化調査

上記調査（2）の対象施設について引き続き調査を実施した。3施設ともにダイヤル値は最小値である“3以下”に設定されており、処理対象人員及び実使用人員を下回る設定であった。

調査（3）では、ダイヤル値を処理対象人員である“7”に設定し、約4週間後における処理水 T-P の変化を調査した。

その結果を表-6に示す。

3施設ともに過去の T-P 値を下回る結果が得られた。しかしながら、A及びBでは処理目標水質の T-P 1 mg/L を超過する結果となり、2施設で使用している鉄板の状態を観察したところ、いずれも推奨の交換時期を超過しすべての鉄板の消耗が進んでいた。このことから、ダイヤル値の適正な設定と定期的な鉄板の交換を実施することによって、りん除去性能が発揮されることを確認した。

表-6 追加調査対象施設のT-P値の変化

項目 施設	処理水T-P(mg/L)			
	調査		追加調査	
	1回目	2回目	調整前	調整後
	設定:3	設定:3	設定:3	設定:7
A	5.00	6.00	3.40	1.65
B	7.90	6.00	5.00	1.18
C	4.09	4.30	2.90	0.58

7. まとめ

- ・維持管理要領書では「ダイヤル設定は人槽と同じ目盛に設定」することとなっており、実使用人員やパックテストによる $\text{PO}_4\text{-P}$ の簡易測定結果をもとに目盛を3以下に設定する方法は、りん除去性能を十分に発揮できない要因の一つである。
- ・浄化槽製造から撤退している日本ゼオン GPX 型に関しては、軽石担体などの消耗品や部材等の継続的かつ安定的に供給が確保されることが機能維持の課題として残る。
- ・鉄板の交換費用等の維持管理費用に関して、猪苗代町は維持管理費用の補助制度が導入されているが、アンケートではさらなる充実を求める声も出された。
- ・猪苗代湖の水質日本一復活に向けて様々な分野での取組みや広報が行われており、住民意識は高いことがわかった。今後は、観光客等への周知も必要と思われる。

謝辞

今回の研究発表にあたり、会津若松市役所建設部下水道課及び猪苗代町役場上下水道課及び会津清掃（有）、三交産業（有）、クリーンセンター遠藤（有）の会員各社、調査対象浄化槽の使用者の皆様方に、多大なるご協力をいただきましたことを御礼申し上げます。

〔追記〕

この資料は、第31回全国浄化槽技術研究集会要旨集掲載の内容に追加調査結果を反映したものです。